

## **Карманов Валерий Иванович (5.07.1941-19.08.2010 гг.). К 75-летию со дня рождения**

**А.Г. Ревенко\***

*Институт земной коры СО РАН, Российская Федерация, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128*

*\*Адрес для переписки: Ревенко Анатолий Григорьевич, E-mail: xray@crust.irk.ru*

Поступила в редакцию 21 июня 2016 г., после исправления – 3 июля 2016 г.

В статье, посвящённой 75-летию со дня рождения известного рентгенофизика В.И. Карманова (1941-2010), обсуждён его творческий путь и полученные научные результаты. Представлены биографические данные учёного и приведены некоторые из его основных научных работ. Валерий Иванович Карманов родился 5 июля 1941 г. в г. Магнитогорске, Челябинской области. В 1965 г. он закончил Ростовский-на-Дону государственный университет по специальности «физика, рентгенофизика» (кафедра физики твёрдого тела, зав. кафедрой проф. М.А. Блохин). После окончания университета работал в Институте электросварки им. Е.О. Патона (г. Киев, Украина). Основные направления научной деятельности В.И. Карманова – разработка методик рентгеноспектрального анализа сварочных материалов, металлов, шлаков, шихты для производства сварочных материалов. Он принимал участие в исследованиях механизма сцепления шлаковой корки с поверхностью шва. Одним из первых в Советском Союзе В.И. Карманов оценил возможности способа фундаментальных параметров и применял его для решения задач исследования сварочных материалов. В.И. Карманов защитил диссертацию на тему «Рентгеноспектральный и рентгеноструктурный анализ многокомпонентных неомогенных систем (электродных покрытий и сварочных шлаков)» и ему была присвоена учёная степень кандидата физико-математических наук (1973). В последующие годы В.И. Карманов – старший научный сотрудник отдела физико-химических процессов в сварочной дуге. Разработанные с его участием экспрессные рентгеноспектральные методики позволили организовать постоянный оперативный аналитический контроль химического состава готовой шихты электродов и сварочных флюсов в ходе технологического процесса производства сварочных материалов. Методики внедрены на ряде ведущих предприятий Украины и России. Для рентгенофлуоресцентного анализа материалов сложного гранулометрического состава В.И. Карманов разработал способ снижения гетерогенности проб путём механического их измельчения с добавками кремнийорганических жидкостей, обеспечивающих интенсификацию процесса измельчения и получение размеров частиц в узком интервале, а также способ устранения гетерогенных эффектов при анализе рутила, ильменита, циркона и других материалов, содержащих малорастворимые в тетраборатах натрия и лития оксиды Ti, Fe, Zr, путём растворения в фосфатных флюсах. В 1992 г. В.И. Кармановым защищена диссертация на тему «Рентгеноспектральный анализ в производстве и контроле сварочных материалов» (г. Москва) и ему была присвоена учёная степень доктора технических наук. В.И. Карманов читал лекции в Киевском Национальном университете им. Т. Шевченко, обеспечивая подготовку специалистов по специальности «рентгеноспектральный анализ» и подготовил трёх кандидатов наук. Он автор более 130 публикаций, соавтор 5 авторских свидетельств на изобретения.

**Ключевые слова:** рентгенофлуоресцентный анализ, способ фундаментальных параметров, оценка и снижение влияния крупности частиц, исследование сварочных материалов.

For citation: *Analitika i kontrol'* [Analytics and Control], 2016, vol. 20, no. 3, pp. 242-247

DOI: 10.15826/analitika.2016.20.3.005

## **Valery Ivanovich Karmanov (5.07.1941-19.08.2010) 75th anniversary of his birth**

**A.G. Revenko\***

*Institute of the Earth's Crust, SB RAS, ul. Lermontova, 128, Irkutsk, 664033, Russian Federation*

*\*Corresponding author: Anatoly G. Revenko, E-mail: xray@crust.irk.ru*

Submitted 21 June 2016, received in revised form – 03 July 2016

This article is devoted to the 75th anniversary of the birth of the famous X-ray physicist V.I. Karmanov (1941-2010). It presents his creative career and his obtained scientific results. The biography of the scientist and some of his main scientific discoveries are described. Valery Ivanovich Karmanov was born July 5, 1941 in Magnitogorsk city, Chelyabinsk Region. In 1965 he graduated from Rostov-on-Don State University with a degree in "Physics, X-ray physics" (department of solid state physics, Prof. M.A. Blokhin department chair). After the graduation from the University he worked at the E.O. Paton Institute of Electric Welding (Kiev, Ukraine). Main research field of V.I. Karmanov was the development of techniques for the X-ray analysis of welding materials, metals, slags, and raw materials for welding electrodes. He took part in studies of the mechanism of the slag crust-to-seam surface cohesion. He was one of the first in the Soviet Union who appreciated the possibility of fundamental parameters method and applied it to solve problems when investigating the welding materials. V.I. Karmanov defended his thesis on the subject of "The X-ray spectral and X-ray diffraction analysis of multicomponent non-homogeneous systems (electrode coatings and welding slags)" and he was awarded the degree of Candidate of Physical and Mathematical Sciences in 1973. In the subsequent years, V.I. Karmanov was the Senior Researcher of the section of physical and chemical processes in welding arc. The rapid X-ray spectral techniques, developed with his participation, allowed organizing a permanent operational analytical control of chemical composition of the finished raw materials for producing electrodes and welding fluxes during the technological welding materials production process. The techniques were introduced in a number of Ukrainian and Russian leading enterprises. For the XRF of complex granulometric composition materials V.I. Karmanov developed a method for reducing the heterogeneity of samples by their mechanical grinding with additives of silicone fluids to intensify the grinding process and obtain particle sizes in a narrow range. In addition, he established a method to remove the heterogeneous effects when analyzing rutile, ilmenite, zircon, and other materials containing Ti, Fe, and Zr oxides, poorly soluble in sodium and lithium tetraborates, by dissolution in phosphate fluxes. In 1992, V.I. Karmanov defended his thesis on the subject of "The X-ray spectral analysis in the production and control of welding materials" (Moscow) and he was awarded an academic degree of Doctor of Technical Sciences. V.I. Karmanov gave lectures at the T. Shevchenko Kiev National University, provided training of the specialists in "X-ray spectral analysis" and was the dissertation advisor of three Candidates of Sciences. He was the author of over 130 publications and the co-author of 5 inventor's certificates.

**Keywords:** X-ray fluorescence analysis, the method of fundamental parameters, estimation and reduction of the effect of particle size, the study of welding materials.



Рис. 1. Валерий Иванович Карманов

Fig. 1. Valery Ivanovich Karmanov

Валерий Иванович Карманов (рис. 1) родился 5 июля 1941 года в г. Магнитогорске, Челябинской области. В 1965 году он закончил Ростовский-на-Дону государственный университет по специальности «Физика, рентгенофизика» (кафедра физики твёр-

дого тела, зав. кафедрой проф. М.А. Блохин). После окончания университета работал в ордена Ленина, Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени Институте электросварки им. Е.О. Патона (г. Киев, Украина).

Институт электросварки как раз приобрёл с японской выставки в Москве рентгеновский спектро-дифрактометр фирмы Ригаку-Денки, в то время один из лучших приборов этого класса. Основные направления научной деятельности В.И. Карманова в этот период - разработка методик рентгеноспектрального анализа сварочных материалов, металлов, шлаков, шихты сварочных материалов [1]. В.И. Карманов принимал участие в исследованиях механизма сцепления шлаковой корки с поверхностью шва [2-4].

Не могу удержаться, чтобы не привести отрывок из письма В.И. Карманова (14.03.1970 г.): "Уже ясно, по-моему, что рентгеноспектральный анализ + ЭЦВМ сростётся намертво. И здесь-то и преимущество рентгена должно сказаться. Вывод такой: нужны методики анализа, в которых будет как можно меньше графиков, стандартов и прочего. Аналитик должен только измерить интенсивность и передать её на машину. Всё остальное должна она сама делать. Ты понимаешь, что это пока мечта или точнее предел наших желаний. Таково моё мнение по этому вопросу." Он одним из первых в Советском Союзе оценил возможности способа

фундаментальных параметров [5], а в последующие годы активно пропагандировал его возможность и применял для решения задач исследования сварочных материалов [6].

В 1973 г. В.И. Карманов защитил диссертацию на тему “Рентгеноспектральный и рентгеноструктурный анализ многокомпонентных неомогенных систем (электродных покрытий и сварочных шлаков)” и ему была присвоена учёная степень кандидата физико-математических наук.

В последующие годы В.И. Карманов – старший научный сотрудник отдела физико-химических процессов в сварочной дуге. Он исследовал физико-химические проблемы взаимодействия рентгеновского излучения с многокомпонентными полидисперсными системами и на этой основе разработал экспрессные рентгеноспектральные методики, которые предоставили возможность организовать постоянный оперативный аналитический контроль химического состава готовой шихты электродов и сварочных флюсов в ходе технологического процесса производства сварочных материалов [7-15]. В результате исследований влияния на интенсивность рентгеновской флуоресценции переменных размеров частиц наполнителя в гетерогенных порошковых излучателях, физико-механических характеристик проб (плотности прессованного материала, насыпной плотности, удельной поверхности частиц, эффекта обволакивания) В.И. Кармановым получены функции влияний, позволяющие оценивать роль этих факторов при определении элементного состава рудо-минерало-металлических композиций шихт сварочных материалов [16-18]. Для снижения и устранения эффектов гетерогенности при рентгенофлуоресцентном анализе (РФА) материалов сложного гранулометрического состава В.И. Карманов предложил и разработал такие методы, как способ снижения гетерогенности проб путём механического их измельчения с микродобавками (0,1-0,3 % мас.) кремнийорганических жидкостей, обеспечивающих интенсификацию процесса измельчения и направленное получение размеров частиц в узком интервале [19], и способ устранения гетерогенных эффектов при РФА рутила, ильменита, циркона и других материалов, содержащих малорастворимые в тетраборатах натрия и лития оксиды поливалентных элементов (Ti, Fe, Zr), путём растворения в фосфатных флюсах [20].

В.И. Карманов предложил и обосновал подход к учёту матричных эффектов в РФА многокомпонентных гетерогенных материалов, основанный на совместном использовании теоретических и эмпирических соотношений, связывающих интенсивности рентгеновской флуоресценции с концентрациями определяемых элементов, требующий при реализации малого числа градуировочных образцов. На основе этого подхода разработаны два варианта способа фундаментальных параметров неомогенных материалов, использующие эмпири-



Рис. 2. Группа украинских аналитиков на конференции по аналитической химии, посвящённой 90-летию со дня рождения А.К. Бабко, Киев, 1995 г. [23]. Слева направо: О.И. Рябушко, В.И. Карманов, А.Б. Бланк, В.В. Сухин, Ю.А. Золотов, В.П. Антонович, Б.И. Набиванец, неизвестный

Fig. 2. A group of Ukrainian analysts at a conference on Analytical Chemistry devoted to the 90th anniversary of the A.K. Babko's birth, Kiev, 1995 [23]. From left to right: O.I. Ryabushko, V.I. Karmanov, A.B. Blank, V.V. Sukhin, Y.A. Zolotov, V.P. Antonovich, B.I. Nabivanets, unknown

ческие функции, которые связывают поправки на матричные эффекты с фундаментальными параметрами, характеризующими различие в абсорбционных характеристиках пробы и образца сравнения [5, 6, 12]. Одна из важных проблем, решением которой занимался В.И. Карманов в начале 21-го века, это изучение роли структуры и химического состава сварочных аэрозолей при дуговой сварке и механизма образования сварочных аэрозолей [21, 22]. Разработанные с участием В.И. Карманова экспрессные методики РФА разнообразных сварочных материалов внедрены на ряде предприятий Украины и России.

В 1992 г. В.И. Кармановым в ГИРЕДМЕТе (г. Москва) защищена диссертация на тему “Рентгеноспектральный анализ в производстве и контроле сварочных материалов” и ему была присвоена учёная степень доктора технических наук. На рис. 2 В.И. Карманов в группе ведущих украинских аналитиков (фото из книги Ю.А. Золотова [23]).

В.И. Карманов подготовил трех кандидатов наук. Многие годы В.И. Карманов читал лекции в Киевском национальном университете им. Т. Шевченко, обеспечивая подготовку специалистов по специальности “рентгеноспектральный анализ”.

В.И. Карманов постоянный автор журналов “Заводская лаборатория”, “Журнала аналитической химии”, “Автоматическая сварка” и др., он автор более 130 публикаций, соавтор 5 авторских свидетельств на изобретения.

Валерий Иванович был активным участником и организатором ряда Всесоюзных и республиканских конференций. Эта сторона его жизнедеятельности отражена в публикации, подготовленной по материалам отечественных совещаний по РСА [24]. На рис. 3 В.И. Карманов и А.Г. Ревенко на Междуна-



Рис. 3. В.И. Карманов и А.Г. Ревенко на Международной конференции, Киев, 2005 г.

Fig. 3. V.I. Karmanov and A.G. Revenko at the International Conference, Kiev, 2005

родной конференции “Analytical chemistry and Chemical Analysis (AC&CA-05)”, Киев, 2005 г.

Представляет интерес информация, приведённая в обзорной статье, которую подготовил руководитель отдела исследований физико-химических процессов в сварочной дуге академик НАН Украины И.К. Походня [25]. В статье высоко оценивается вклад В.И. Карманова в развитие аналитических методов исследования сварочных материалов. Приведём некоторые выдержки из этой статьи.

“При исследовании физико-химических, металлургических и электрофизических процессов дуговой сварки в отделе широко применяются рентгеновские флуоресцентный и дифракционный анализы, растровая электронная микроскопия, локальный рентгеноспектральный анализ ... С помощью методов рентгеноспектрального анализа, растровой электронной микроскопии, масс-спектрометрии вторичных ионов исследованы особенности механизма образования прочного сцепления шлака с металлом при сварке и предложены пути улучшения отделимости шлаковой корки (И.К. Походня, В.И. Карманов, В.Г. Устинов, В.Г. Войткевич).”



Рис. 4. Сотрудники отдела исследований физико-химических процессов в сварочной дуге в неофициальной обстановке (2007 г.) [25]. В.И. Карманов – второй справа в первом ряду

Fig. 4. Employees of the research department of physical and chemical processes in welding arc at an informal setting (2007) [25]. V.I. Karmanov - second from right in the front line

И далее: “Большое внимание уделяется повышению качества сварочных материалов. Создаются автоматические аналитические системы для элементного анализа шихт электродов, порошковых проволок, агломерированных флюсов (В.И. Карманов, В.Г. Войткевич, В.В. Загородний, С.С. Пономарев, С.И. Селиверстенко).

И последнее: “В отделе продолжается поиск эффективных путей улучшения санитарно-гигиенических характеристик сварочных материалов. Сотрудниками отдела ИЭС им. Е.О. Патона (В.Г. Войткевич, И.Р. Явдошин, Е.Н. Оноприенко, В.И. Карманов) ... и других научных организаций проведен комплекс физико-химических и биологических исследований связи токсичности аэрозолей и состава сварочных материалов. Исследования структуры и фазового состава аэрозоля с использованием комплекса методов электронной и инфракрасной спектроскопии в сочетании с определением растворимости твердой составляющей сварочного аэрозоля и его биологической агрессивности позволили получить данные, необходимые для гигиенической оценки сварочных материалов. Разработаны методы экспресс-оценки токсичности сварочных аэрозолей, позволившие получить количественные показатели санитарно-гигиенических свойств сварочных материалов, а также выбирать те из них, которые имеют минимально вредный уровень воздействия на организм человека. ... В последнее время с помощью рентген-электронной спектроскопии получены данные о наличии в аэрозоле четырехвалентного марганца Mn<sup>4+</sup> и о дисперсности сварочных аэрозолей (И.Р. Явдошин, **В.И. Карманов**, И.П. Губеня). На рис. 4 представлено фото из этой обзорной статьи.

Две цитаты из писем В.И. Карманова, характеризующие его отношение к коллегам. “Получил присланную тобой монографию Г. Павлинского. Большое спасибо! Очень своевременная и актуальная монография - молодец Геля!” (18.05.2007 г.). И ещё: “О Бланке, надеюсь, знаешь? Жаль мужика, отличный был человек и аналитик.” (19.09.07).

Спокойный и доброжелательный, вдумчивый исследователь – таким В.И. Карманов останется в памяти своих коллег.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рентгеноспектральный анализ рудо-минерало-металлических композиций / В.И. Карманов [и др.] // Заводск. лаборатория, 1970. Т. 36. № 6, С. 680-682.
2. Механизм сцепления шлаковой корки с поверхностью шва / И.К. Походня [и др.] // Автоматическая сварка. 1974. № 5. С. 5-9.
3. Походня И.К., Карманов В.И., Войткевич В.Г. Исследование особенностей механизма сцепления шлаковой корки с металлом шва, легированного титаном и ванадием // Автоматическая сварка. 1976. № 6. С. 1-4.
4. Походня И.К., Карманов В.И., Упырь В.Н. Отделимость шлаковой корки электродов с основным покрытием // Автоматическая сварка. 1980. № 11. С. 32-34.



5. Карманов В.И., Походня И.К., Марченко А.Е. Рентгеноспектральный анализ с одним эталоном и корректировкой интенсивности на ЭВМ // Заводск. лаборатория. 1972. Т. 38. № 2. С. 167-169.
6. Карманов В.И. Рентгеноспектральный анализ многокомпонентных образцов методом фундаментальных параметров с использованием эмпирических соотношений // Заводск. лаборатория. 1986. Т. 52. № 11. С. 25-27.
7. Рентгеноспектральный анализ сварочных шлаков / В.И. Карманов [и др.] // Журн. аналит. химии. 1979. Т. 34, № 7. С. 1329-1334.
8. Карманов В.И., Загородний В.В. Рентгеноспектральный анализ силикатной глыбы // Журн. аналит. химии. 1983. Т. 38, № 3. С. 467-471.
9. Автоматизированный комплекс для рентгенофлуоресцентного анализа / И.К. Походня [и др.] // Журн. аналит. химии. 1980. Т. 35, № 11. С. 2255-2259.
10. Загородний В.В., Карманов В.И., Степаносов А.Р. Оперативный рентгеноспектральный анализ сырьевых материалов в производстве сварочных материалов // Заводск. лаборатория. 1984. Т. 50, № 1. С. 83-84.
11. Загородний В.В., Карманов В.И., Гордеева Г.Л. Рентгенофлуоресцентный анализ марганцевых агломератов // Журн. аналит. химии. 1984. Т. 39, № 3. С. 498-503.
12. Загородний В.В., Карманов В.И., Гордеева Г.Л. Способ  $\mu$ -коррекции при рентгенофлуоресцентном анализе ферромарганца и силикомарганца // Журн. аналит. химии. 1988. Т. 43, № 12. С. 2156-2163.
13. Карманов В.И., Загородний В.В. Оперативный рентгеноспектральный контроль состава шихты сварочных материалов // Заводск. лаборатория. 1989. Т. 55, № 6. С. 31-36.
14. Загородний В.В., Карманов В.И., Сталинская А.Г. Рентгенофлуоресцентный анализ шихты сварочной порошковой проволоки // Журн. аналит. химии. 1991. Т. 46, № 11. С. 2263-2270.
15. Низководородные электроды для судоремонта, объектов металлургического комплекса и трубопроводного транспорта / И.К. Походня [и др.] // Автоматическая сварка. 2007. № 5. С. 54-58.
16. Карманов В.И., Загородний В.В., Походня И.К. Учёт влияния крупности в рентгеноспектральном флуоресцентном анализе // Заводск. лаборатория. 1979. Т. 45, № 12. С. 1105-1107.
17. Карманов В.И., Загородний В.В. Влияние крупности частиц наполнителя и его учёт в рентгеноспектральном анализе многокомпонентных материалов // Заводск. лаборатория. 1985. Т. 51, № 12. С. 22-25.
18. Карманов В.И., Загородний В.В. Интенсивность флуоресценции монодисперсных материалов // Методы рентгеноспектрального анализа. Новосибирск: Наука. 1986. С. 33-45.
19. Карманов В.И., Шевченко Л.А., Ворошило В.В. Измельчение полидисперсных многофазных проб с кремнийорганическими добавками // Заводск. лаборатория. 1991. Т. 56, № 4. С. 26-28.
20. Использование фосфатных растворителей для получения гомогенных излучателей рентгеновского спектра / В.И. Карманов [и др.] // Журн. аналит. химии. 1991. Т. 46, № 1. С. 121-126.
21. Яновская Э.С., Слободяник Н.С., Карманов В.И. Особенности рентгенофлуоресцентного определения следов токсичных металлов с предварительным извлечением и концентрированием на силикагеле, химически модифицированном меркаптогруппами // Журн. аналит. химии. 2007. Т. 62, № 6. С. 611-615.

22. Дисперсность частиц и валентность марганца в сварочном аэрозоле / И.К. Походня [и др.] // Автоматическая сварка. 2011. № 9. С. 36-39.
23. Золотов Ю.А. Делающие науку. Кто они? Из записных книжек. М.: КомКнига. 2006. 160 с.
24. Смагунова А.Н., Ревенко А.Г. Развитие отечественного рентгенофлуоресцентного анализа (по материалам совещаний) // Журн. аналит. химии. 2014. Т. 69, № 3. С. 316-332.
25. Походня И.К. Отделу исследований физико-химических процессов в сварочной дуге – 50 // Автоматическая сварка. 2012. № 7. С. 3-10.

## REFERENCES

1. Karmanov V.I., Pokhodnia I.K., Marchenko A.E., Demchenko V.F. [X-ray spectral analysis of ore-mineral-metal compositions]. *Zavodskaja laboratorija* [Industrial laboratory], 1970, vol. 36, no. 6, pp. 680-682 (in Russian).
2. Pokhodnia I.K., Karmanov V.I., Iavdoshin I.R., Voitkevich V.G. [The adhesion mechanism of the slag crust with a weld surface]. *Avtomaticheskaja svarka* [Automatic welding], 1974, no. 5, pp. 5-9 (in Russian).
3. Pokhodnia I.K., Karmanov V.I., Voitkevich V.G. [Investigation of the features of the adhesion mechanism of the slag crust with a weld metal, titanium- and vanadium-doped]. *Avtomaticheskaja svarka* [Automatic welding], 1976, no. 6, pp. 1-4 (in Russian).
4. Pokhodnia I.K., Karmanov V.I., Upr' V.N. [Separation of slag crust of electrodes with basic coating]. *Avtomaticheskaja svarka* [Automatic welding], 1980, no. 11, pp. 32-34 (in Russian).
5. Karmanov V.I., Pokhodnia I.K., Marchenko A.E. [X-ray spectral analysis using one certified reference material and the computer-based correction of intensity]. *Zavodskaja laboratorija* [Industrial laboratory], 1972, vol. 38, no. 2, pp. 167-169 (in Russian).
6. Karmanov V.I. [X-ray spectral analysis of multicomponent samples by fundamental parameters method using empirical relations]. *Zavodskaja laboratorija* [Industrial laboratory], 1986, vol. 52, no. 11, pp. 25-27 (in Russian).
7. Karmanov V.I., Voitkevich V.G., Trikoz V.P., Pokhodnia I.K. [X-ray spectral analysis of welding slags]. *Zhurnal analiticheskoi khimii* [Journal of Analytical Chemistry], 1979, vol. 34, no. 7, pp. 1329-1334 (in Russian).
8. Karmanov V.I., Zagorodnii V.V. [X-ray spectral analysis of silicate block]. *Zhurnal analiticheskoi khimii* [Journal of Analytical Chemistry], 1983, vol. 38, no. 3, pp. 467-471 (in Russian).
9. Pokhodnia I.K., Kalenchuk V.S., Karmanov V.I., Voitkevich V.G., Chaika N.S. [Automated system for XRF analysis]. *Zhurnal analiticheskoi khimii* [Journal of Analytical Chemistry], 1980, vol. 35, no. 11, pp. 2255-2259 (in Russian).
10. Zagorodnii V.V., Karmanov V.I., Stepanosov A.R. [Rapid X-ray spectral analysis of raw materials in the production of welding materials]. *Zavodskaja laboratorija* [Industrial laboratory], 1984, vol. 50, no. 1, pp. 83-84 (in Russian).
11. Zagorodnii V.V., Karmanov V.I., Gordeeva G.L. [XRF analysis of manganese agglomerates]. *Zhurnal analiticheskoi khimii* [Journal of Analytical Chemistry], 1984, vol. 39, no. 3, pp. 498-503 (in Russian).
12. Zagorodnii V.V., Karmanov V.I., Gordeeva G.L. [ $\mu$ -correction method in X-ray fluorescence analysis of ferromanganese and silicomanganese]. *Zhurnal analiticheskoi khimii* [Journal of Analytical Chemistry], 1988, vol. 43, no. 12, pp. 2156-2163 (in Russian).

13. Karmanov V.I., Zagorodnii V.V. [Rapid X-ray spectral control of the charge composition of welding materials]. *Zhurnal analiticheskoi khimii* [Journal of Analytical Chemistry], 1989, vol. 55, no. 6, pp. 31-36 (in Russian).
14. Zagorodnii V.V., Karmanov V.I., Stalinskaia A.G. [X-ray fluorescence analysis of the charge of welding flux-cored wire]. *Zhurnal analiticheskoi khimii* [Journal of Analytical Chemistry], 1991, vol. 46, no. 11, pp. 2263-2270 (in Russian).
15. Pokhodnia I.K., Iavdoshchin I.R., Marchenko A.E., Skori-na N.V., Karmanov V.I., Fol'bert O.I. [The low hydrogen electrodes for ship repair, objects of the metallurgical complex and pipeline transport]. *Avtomaticheskaia svarka* [Automatic welding], 2007, no. 5, pp. 54-58 (in Russian).
16. Karmanov V.I., Zagorodnii V.V., Pokhodnia I.K. [Accounting for the effect of size in the X-ray spectral fluorescence analysis]. *Zavodskaiia laboratoriiia* [Industrial laboratory], 1970, vol. 36, no. 6, pp. 680-682 (in Russian).
17. Karmanov V.I., Zagorodnii V.V. [Effect of particle size of the filler and accounting for it in the X-ray spectral analysis of multi-component materials]. *Zavodskaiia laboratoriiia* [Industrial laboratory], 1985, vol. 51, no. 12, pp. 22-25 (in Russian).
18. Karmanov V.I., Zagorodnii V.V. [The fluorescence intensity of monodisperse materials]. *Metody rentgenospektral'nogo analiza* [Methods of X-ray spectral analysis], 1986, pp. 33-45 (in Russian).
19. Karmanov V.I., Shevchenko L.A., Voroshilo V.V. [Grinding the polydisperse multiphase samples with silicone additives]. *Zavodskaiia laboratoriiia* [Industrial laboratory], 1991, vol. 56, no. 4, pp. 26-28 (in Russian).
20. Karmanov V.I., Slobodianik N.S., Nagornyi P.G., Riabushko O.P. [Using phosphate solvents to obtain homogeneous radiators of X-ray spectrum]. *Zhurnal analiticheskoi khimii* [Journal of Analytical Chemistry], 1991, vol. 46, no. 1, pp. 121-126 (in Russian).
21. Ianovskaia E.S., Slobodianik N.S., Karmanov V.I. [Features of XRF determination of traces of toxic metals with the preliminary extraction and concentration on silica gel, chemically modified by mercapto groups]. *Zhurnal analiticheskoi khimii* [Journal of Analytical Chemistry], 2007, vol. 62, no. 6, pp. 611-615 (in Russian).
22. Pokhodnia I.K., Karmanov V.I., Iavdoshchin I.R., Gubenia I.P., Khixzun O.Iu., Khobta I.V. [Dispersion of particles and the valence of manganese in welding fume]. *Avtomaticheskaia svarka* [Automatic welding], 2011, no. 9, pp. 36-39 (in Russian).
23. Zolotov Iu.A. *Delaiushchie nauku. Kto oni? Iz zapisnykh knizhek* [Advancing the science. Who are they? From notebooks]. Moscow, KomKniga Publ., 2006. 160 p. (in Russian).
24. Smagunova A.N., Revenko A.G. [The development of the domestic X-ray fluorescence analysis (based on the materials of meetings)]. *Zhurnal analiticheskoi khimii* [Journal of Analytical Chemistry], 2014, vol. 69, no. 3, pp. 316-332 (in Russian).
25. Pokhodnia I.K. [Department of studies of physical and chemical processes in welding arc - 50]. *Avtomaticheskaia svarka* [Automatic welding], 2012, no. 7, pp. 3-10 (in Russian).